

Aus der Prothetischen Abteilung der Klinik und Poliklinik
für Zahn-, Mund- und Kieferkrankheiten
der Johannes Gutenberg-Universität Mainz
(Direktor: Professor Dr. F. Jung)

PHYSIKALISCHE UNTERSUCHUNGEN
WEICHBLEIBENDER ZAHNÄRZTLICHER
KUNSTSTOFFE

Inauguraldissertation
zur Erlangung der Würde eines Doktors der Zahnheilkunde
der Hohen Medizinischen Fakultät der
Johannes Gutenberg-Universität Mainz

vorgelegt von
Ulf Utech
aus Pirna

Mainz 1967

Aus der Prothetischen Abteilung der Klinik und Poliklinik
für Zahn-, Mund- und Kieferkrankheiten
der Johannes Gutenberg-Universität Mainz
Direktor: Professor Dr. F. Jung

Ph y s i k a l i s c h e U n t e r s u c h u n g e n
w e i c h b l e i b e n d e r z a h n ä r z t l i c h e r
K u n s t s t o f f e

Inauguraldissertation
zur Erlangung der Würde eines Doktors der Zahnheilkunde
der Hohen Medizinischen Fakultät der
Johannes Gutenberg-Universität Mainz

vorgelegt von
Ulf Utech
aus Pirna

Mainz 1967

Dekan: Professor Dr. L. Diethelm

Referent: Privatdozent Dr. H. Marx

Korreferent: Professor Dr. F. Jung



INHALTSVERZEICHNIS

- I. Aufgabenstellung
- II. Erläuterungen zur klinischen Verwendung von weichbleibenden Kunststoffen in der Zahnheilkunde
- III. Untersuchte Werkstoffe
 - 1. Molloplast-B
 - 2. Neo-Plastupalat
 - 3. Palasiv 62
 - 4. Silacryl Universal
 - 5. 390 Soft Liner
- IV. Allgemeines über die verwendeten Prüfkörper und den Aufbau der Versuche
- V. Härteprüfung nach Shore A
 - 1. Angewandte Prüfmethode
 - 2. Meßergebnisse
 - 3. Statistische Auswertung
- VI. Prüfung der Stoßelastizität
 - 1. Angewandte Prüfmethode
 - 2. Meßergebnisse
 - 3. Statistische Auswertung
- VII. Diskussion
- VIII. Erfahrungen an klinischen Fällen
- IX. Zusammenfassung
- X. Literaturverzeichnis



Digitized by the Internet Archive
in 2026

I. AUFGABENSTELLUNG

Seit vielen Jahren stehen weichbleibende zahnärztliche Werkstoffe zur Unterfütterung von Prothesen in der Diskussion. Durch sie soll eine weiche Lagerung des Zahnersatzes in seinem Bett erreicht werden, indem diese als Puffer zwischen der harten Prothesenbasis und dem Kiefer wirken. Normalerweise wird diese Aufgabe von den den Kieferknochen bedeckenden Weichgeweben des Mundes übernommen, die sich physiologischerweise den veränderten Gegebenheiten zufriedenstellend anpassen.

Die weichbleibenden Kunststoffe sollen im indizierten Fall die Aufgabe des Puffers - oder wenigstens einen Teil davon - übernehmen. Das heißt, daß an sie ähnliche Anforderungen in bezug auf ihr physikalisches Verhalten gestellt werden müssen.

Die Hauptfragen dieser Arbeit galten der Härte und der Stoßelastizität von fünf verschiedenen weichbleibenden Kunststoffen, nämlich Molloplast-B, Neo-Plastupalat, Palasiv 62, Silacryl Universal und 390 Soft Liner. Beide Größen wurden an Prüfkörpern bestimmt, von denen der eine Teil über ein Jahr lang an der Luft bei normaler Zimmertemperatur von 22° C, der andere Teil im Wasserbad von 37° C lagerten.

Parallel dazu wurden jeweils einige Unterkiefer-Prothesen angefertigt und eingegliedert. Sie sollten Einblicke in die laboratoriumstechnische Verarbeitung geben und einen klinischen Eindruck der physikalischen Untersuchungen und Ergebnisse vermitteln.

II. ERLÄUTERUNGEN ZUR KLINISCHEN VERWENDUNG VON WEICHBLEIBENDEN KUNSTSTOFFEN IN DER ZAHNHEILKUNDE

Nachdem im Jahre 1875 BOUCHARDAT die Synthese des Kautschuks aus dem von WILLIAMS 1860 isolierten Isopren gelang, erschien als erster Weichgummi im Jahre 1909 HOFMANN's Methylen-Kautschuk-W. Später entstand das Weichigelit, welches auch heute noch in der Technik Verwendung findet. Durch Zusatz von Weichmachern wie Phthalsäureester, Trikresylphosphat n. a. zu Acrylsäureestern kam es zu ähnlichen Produkten, die heute vornehmlich als Isoliermassen in der Industrie zu finden sind. Relativ bessere Erfolge zeigte der Unitas-Novo-Kautschuk 51/94 (8).

Nach Einführung der Kunststoffe in die zahnärztliche Prothetik versuchte man, zu neueren und besseren weichbleibenden Materialien zu gelangen. Allerdings zeigte sich immer wieder, daß die entsprechenden Werkstoffe den Ansprüchen, die man an sie stellte, nicht gerecht wurden. Sie zeigten Porositäten, in denen sich Speichel, Bakterien und Nahrung aufsogen, sodaß die gewünschten Eigenschaften verloren gingen. Sie wurden ausgelaugt, härter, unelastischer, unansehnlicher, wiesen einen schlechten Verbund auf oder zeigten Auflösungserscheinungen, die sie in ihrer Qualität und Funktion stark beeinträchtigten und nach einiger Zeit weitgehend unbrauchbar machten.

Heute kennt man drei verschiedene Gruppen von weichbleibenden Kunststoffen: die Acrylate, die Silikone und die PVC-Derivate. Diese sind ihren Vorläufern weit überlegen und zeigen in ihrem klinischen Gebrauch und Verhalten weitgehend bessere Verwendungsmöglichkeiten auf.

Den Kaudruck weich, ausgleichend und schonend auf das Fundament der Prothese zu übertragen ist die Aufgabe einer Unterfütterung mit den sogenannten weichbleibenden Kunststoffen. Diese sollen dabei als mildernde Pufferschicht zwischen der harten Prothese und ihrer Tragfläche wirken und die Kräfte, die bei der Kauarbeit den Kieferknochen treffen, abschwächen helfen. Feingewebliche Untersuchungen erbrachten den Nachweis der Möglichkeit einer regelrechten Abpufferung. Weiterhin sollen sie zur Verbesserung des Prothesenhaltes beitragen oder als kauphysiologisches und sprachfunktionelles Hilfsmittel dienen.

Ihr Anwendungsbereich wird von HERRMANN (3) wie folgt angegeben:

A. Zum Abfangen von Kaudruckkräften

1. durch Abpufferung harter Materialien gegen lebendes Gewebe
 - a) bei dünner, wenig resilienter Schleimhaut
 - b) bei scharfen Knochenkanten, scharfem Kieferkamm, Exostosen, Torus palatinus, Jochbeinprominenz, Torus mandibularis
 - c) bei oberflächlich austretenden Nerven (foramen mentale, foramen incisivum)
 - d) bei Aufbißschienen, kieferorthopädischen Apparaten, Mundschutz
2. durch elastische Lagerung prothetischer Hilfsmittel
 - a) bei künstlichen Zähnen (künstliches Parodontium)
 - b) bei Klammerschwänzen
 - c) bei Lagerung von Teleskopen

B. Zur Verbesserung des Prothesenhaltes

1. durch Steigerung der Adhäsion bei atrophischem Kiefer
2. durch Einbeziehung unter sich gehender Stellen (paratubärer

Raum, retromylohyoidale Tasche, Eisenbahnschienenprofil des Alveolarfortsatzes, Zahnfleischklammern)

3. durch Randwülste und Abdämmung (AH-Linie, Radierungen, sublinguale Rolle)

4. durch Pilzverankerungen bei Defektprothesen

C. Als kauphysiologisches und sprachfunktionelles Hilfsmittel (Gaumenfalten)

D. Für Epithesen (Nase, Ohr)

Die grundlegenden Forderungen für die Verwendung von weichbleibenden Kunststoffen im nassen Milieu der Mundhöhle stellte WEIKART (10)

- auf:
1. Mundbeständigkeit
 2. Gewebefreundlichkeit
 3. Stabilität des Gefüges
 4. Gute und dauerhafte Verbindung mit dem Basismaterial
 5. Hohe Elastizität und schnelles Rückstellvermögen
 6. Paßgenauigkeit und Abriebfestigkeit

Für die Praxis wurden diese Bedingungen von HERRMANN (4) erweitert

- auf:
7. Einfache Verarbeitung mit den vorhandenen Einrichtungen
 8. Glatte Oberfläche
 9. Farbkonstanz

KUCK (7) sieht die Vorteile der weichbleibenden Unterfütterung darin,

- daß
1. die Fremdkörpereigenschaften der Prothese gemildert werden durch das Aufeinandertreffen von Oberflächen, die in ihren Resilienzeigenschaften verwandt sind, und
- daß
2. harte und weniger harte Partien der Alveolarfortsätze gleichmäßig belastet werden.

KUCK (9) stellt folgende Forderungen an einen weichbleibenden Kunststoff zur Unterfütterung von Prothesen:

1. Keine Erneuerungsbedürftigkeit innerhalb zweier Jahre
2. Keine Gewebsschädigungen durch Bestandteile des Werkstoffes
3. Dauerhafte Verbindung mit dem harten Prothesenkunststoff
4. Keine Härtung nach längerem Tragen im Munde
5. Hohe Elastizität, die auch im Mundmilieu nicht nachlassen soll
6. Paßgenauigkeit, die ebenfalls im Mundmilieu aufrecht erhalten bleiben soll.

WINDECKER (12) hat mit Hilfe eines elektrischen Kaukraftmeßverfahrens (11) bei einer Reihe von Patienten das durchschnittliche Kaukraftaufnahmevermögen von totalen Unterkiefer-Prothesen mit harter und mit weichbleibend unterfütterter Basis untersucht. Verwandt wurden dabei die weichbleibenden Werkstoffe Unitas Novo 51/94 (dieser weichbleibende Zahnkautschuk wird nicht mehr hergestellt), Palasiv, Neo-Plastupalat, Molloplast und Silacryl. Er stellte fest, daß eine weichbleibend unterfütterte Totalprothese im Unterkiefer ein Kaukraftaufnahmevermögen besitzt, das etwa um zwei Drittel höher liegt als das des gleichen Zahnersatzes mit harter Basis.

WINDECKER (12) meint, daß der weichbleibende Kunststoff Silacryl bei sachgemäßer Verarbeitung in der Lage ist, die Forderungen an ein elastisches Basismaterial weitgehend zu erfüllen.

Zur Fragestellung der klinischen Verwendung sei hier in diesem Rahmen nur auf die totale weichbleibende Unterfütterung von Vollprothesen eingegangen (JUNG, 5):

Im Oberkiefer haben wir eine relativ große und breite Tragfläche

für die Prothese. Diese wird nur bei Belastung während der Kauarbeit durch die Gegenzahnreihe auf ihre Unterlage gedrückt. Auch diese kurze Druckbelastung beantwortet der Kieferknochen mit Abbauvorgängen des immer resorptionsbereiten Alveolarfortsatzes, der größtenteils durch Bindegewebsanbau ersetzt wird. In der Ruhelage dagegen entspannt sich das Tegument aktiv, was durch das Gewicht der an der Schleimhaut festhaftenden Prothese passiv unterstützt wird. Die Tragfläche der Prothese wird damit nur intermittierend auf Druck, im größeren Maße jedoch auf Zug beansprucht. Die Anpassung des Oberkieferknochens an die an und für sich unphysiologische Druckbelastung während der Kauarbeit erfolgt durch Verdickung des derben Teguments. Der histologische Nachweis einer von Resorptionslakunen freien Corticalisschicht unter einer voll funktionstüchtigen Prothese ist von FRÖHLICH (1) gegeben worden. Das derbe Tegument nimmt jeden Druck auf und federt somit elastisch ab. Vor allem im Zusammenhange mit unseren neuen und modernen Abdruckmethoden bzw. Abdruckmaterialien erscheint die weichbleibende Unterfütterung der Vollprothese im Oberkiefer im allgemeinen als überflüssig. Im Unterkiefer herrscht eine grundsätzlich andere Lage. Die Prothese übt einen Dauerdruck auf die knöcherne Unterlage aus, der zusätzlich noch durch das Zungengewicht verstärkt wird. Diese Dauerbelastung kann auch durch eine weichbleibende Unterfütterung nicht aufgehoben werden. Diese kann lediglich die Wucht von Stößen im Verlaufe des Kauaktes abmildern. Besser sind die Möglichkeiten zur Ausgestaltung dichter Ventilränder, zur Ausnützung unter sich gehender Stellen (z. B. weichbleibende Flügelfortsätze) oder bei sehr scharfgradigem Kieferkamm und dem sogenannten Eisenbahnschienenpro-

fil des Unterkiefer-Kammes. Allerdings ist eine Überbeanspruchung der Schleimhaut durch die nicht oder nur sehr wenig polierbare Oberfläche der weichbleibenden Kunststoffe nicht auszuschließen. Ihre relativ raue Oberfläche setzt der Schleimhaut bei Verschiebungen im Rahmen des Kauaktes einen größeren Reibungswiderstand entgegen als die glatt und auf Hochglanz polierte Fläche einer normalen Unterkiefer-Vollprothese (sogenannte Radiergummiwirkung). Es kann auch zur Bildung lokaler Saugnäpfe im Sinne eines Gummisaugers kommen, was eine überbeanspruchende Massage der Gingiva bewirkt (HEINTZ, 2).

Bei dem Versuch, durch weichbleibende Unterfütterung von Unterkiefer-Vollprothesen einen eigenen klinischen Eindruck dieser Materialien zu gewinnen, stießen wir auf ein Problem rein technischer Art, das uns beachtenswert erscheint. Wir stellten fest, daß eine weichbleibende Unterfütterung - unabhängig von ihrer klinischen Indikation - überhaupt nur in relativ wenigen Fällen möglich war. Die weichbleibende Schicht sollte im ganzen etwa ein bis zwei Millimeter betragen, bei dem Werkstoff 390 Soft Liner möchten wir sogar sagen, daß die Unterfütterung wegen ihrer Weichheit mindestens zwei Millimeter stark sein muß. Bei der technischen Ausführung stießen wir nun oftmals auf die Schwierigkeit, bei geringen Bißhöhen diese Schichtdicken zu erreichen, ohne die Stabilität der Prothese zu gefährden. In vielen Fällen war dies auch nicht durch starkes Beschleifen der künstlichen Zähne zu ermöglichen. Wir fanden, daß sich im Verlauf von neun Monaten aus diesem Grunde nur etwa ein Drittel aller anfallenden Vollprothesen weichbleibend unterfüttern ließen.

III. UNTERSUCHTE WERKSTOFFE

1. Molloplast-B (Molloplast-K.G. Köstner & Co., Oberursel/Taunus)

Molloplast-B ist ein auf der Basis elastomerer Silikone aufgebautes Produkt. Es wird als gebrauchsfertiger Teig geliefert und bedarf keiner besonderen Gebrauchsanweisung.

Die Verarbeitung kann ebenso gemeinsam mit dem Acrylat-Teig bei Neuanfertigung einer Prothese geschehen wie auch bei einer nachträglichen Unterfütterung. Sie entspricht der Forderung nach möglichster Vereinfachung. Die nachträgliche Bearbeitung macht keine besonderen Schwierigkeiten. Wir verwendeten zur groben Bearbeitung einen Aluminiumoxydstein, dann Rubinitspitzen, Sandpapierstreifen und polierten mit Schwabbelnscheibe und feuchtem Bimstein. Allerdings können auch fast alle in der Zahntechnik üblichen Werkzeuge zur Bearbeitung herangezogen werden (scharfe Fräsen, grobe Karborundumsteine, Moyco-Abrasiv-Bands etc.).

Molloplast-B benötigt zur vollkommenen Polymerisation eine Temperatur von 100° C. Nach der üblichen Aufheizung wird es deshalb für etwa zwei Stunden in sprudelnd kochendem Wasser belassen.

2. Neo-Plastupalat (Farbenfabriken Bayer AG., Leverkusen)

Die Grundlagen des Neo-Plastupalats sind Acrylsäurebutylester und MAM-Ester.

Die Verarbeitung ist diffizil und erfordert die genaueste Einhaltung der Vorschriften der Herstellerfirma.

Es sind zwei Platzhalter herzustellen, wovon nach dem einen ein entsprechendes Stück aus einer Neo-Plastupalat-Platte ausgeschnitten wird. Dann gibt man 10 ccm der Neo-Plastupalat-Flüssigkeit und einen 2 cm langen Strang der Aktivatorpaste in die Mischflasche und löst die Paste durch Schütteln. Die Aktivator-Lösung füllt man darauf in die Anquellschale und legt das ausgeschnittene und von seiner Schutzfolie befreite Plattenstück hinzu, je nach dessen Dicke von 0,5 , 1 oder 2 mm für 15 bis 30 bzw. 40 bis 60 Sekunden. Nach der Anquellzeit muß die Aktivator-Lösung sofort in das Fläschchen zurückgegossen werden, während die Neo-Plastupalat-Platte noch für 5 bis 10 Minuten in der Schale weiter durchquellen soll.

Anschließend wird das Material in die richtige Lage in der Küvette gebracht und auf Probe gepreßt. Nach entsprechender Korrektur soll der Preßvorgang langsam erfolgen und mindestens 15 Minuten betragen. Nach erneuter Überprüfung wird die Küvette endgültig geschlossen.

Zur Polymerisation setzt man die Küvette in kaltem Wasser auf, heizt langsam auf 65° C auf, hält diese Temperatur für eine halbe Stunde, heizt weiter auf 100° C auf und läßt sie dann eine Stunde kochen.

In dieser komplizierten Verarbeitungsweise liegen neben dem vermehrten Zeitaufwand einige mögliche Fehlerquellen:

- a) Die Verweildauer in der Aktivator-Lösung beeinflusst den Wirkungsgrad der Polymerisation. Zu kurze Anquellenzeit verringert die Plastizität beim Verpressen, zu langes Anquellen läßt das Neo-Plastupalat zu hart werden.
- b) Die Zeit für den Preßvorgang von mindestens 15 Minuten ist wichtig, damit sich die angequollene Platte dem Niveauunterschied der Prothesenbasis anpassen kann.

Die nachträgliche Bearbeitung ist relativ einfach möglich mittels scharfer Fräsen, Politur mit Filzen oder Schwabbeln und feuchtem Bimstein. Bei Kühlung mit kaltem Wasser wird die Konsistenz fester und damit günstiger für die Bearbeitung.

Bei einer nachträglichen Unterfütterung muß man darauf achten, daß genügend von dem alten Kunststoff abgetragen wird, um eine dünne Zwischenschicht frisch angerührten Kunststoff-Teiges einlegen zu können, da das Neo-Plastupalat mit auspolymerisiertem Acrylat keine sichere Verbindung eingeht.

3. Palasiv 62 (Kulzer & Co. GmbH., Bad Homburg v.d.H.)

Palasiv 62 ist ein aus Methacrylaten und Acrylaten abgestimmtes und vernetztes Mischpolymerisat.

Pulver und Flüssigkeit müssen im genauen Verhältnis 1,5 zu 1 Gewichtsteilen (Meßgefäß) angerührt werden. Der Werkstoff braucht dann eine Anquellzeit von 15 bis 20 Minuten, nach der er gummielastisch und schneidbar ist. Der Preßvorgang soll mindestens 10 Minuten betragen, langsam erfolgen und erst durch mehrmaliges Nachlegen von Material wird eine optimale Verdichtung und Homogenisation erreicht. Vor dem endgültigen Schließen der Küvettenhälften feuchtet man die Paladonbasis mit Paladon-Flüssigkeit an. Der hervorquellende Überschuß des weichen Materials darf nicht entfernt werden, da er das Abfließen des Teiges in der Wärme verhindern soll. Die Polymerisation erfolgt bei der Neuankfertigung wie auch bei der nachträglichen Unterfütterung nach Kulzervorschrift (30 Minuten bis 70° C, 30 Minuten bei 70° C, 15 Minuten bis 100° C, 60 Minuten kochen). Hat man zur Isolierung Zinnfolie verwendet, erhält man eine relativ blanke Oberfläche der weichen Basis, die außer kleinen Korrekturen nur die Politur erfordert. Ansonsten ist das Palasiv 62 recht gut mit scharfen Fräsen und den zahnärztlichen Schleif- und Poliermitteln zu bearbeiten. Wichtig ist dabei die feuchte, kühlende Bearbeitung unter dauerndem Eintauchen in kaltes Wasser, da der Werkstoff dann einen größeren Härtegrad erreicht. Reparaturmöglichkeit ist durch erneutes Einbetten, Ausfüllen des Defektes mit frisch angerührtem Palasiv 62-Teig und folgender Warmpolymerisation gegeben.

4. Silacryl Universal (Bodensee-Dental oHG., Konstanz)

Bei Silacryl Universal handelt es sich um ein reines, kaltvulkanisierendes Silikon.

Dieses Material wurde zunächst ebenso für die Warmverarbeitung nach der Platzhaltermethode wie für die direkte Methode (Aufbringen eines Polsters auf bereits polymerisierten Kunststoff) empfohlen. Unsere anfänglichen Versuche, Silacryl Universal nach ersterer zu verarbeiten, schlugen alle fehl. Wir nehmen den Grund dafür an in der schnellen Vulkanisationszeit des weichen Materials gegenüber der langen Polymerisationszeit des harten Acrylats. Nach Rücksprache mit der Herstellerfirma stellten wir dann die Proben mittels Kaltverarbeitung her. Inzwischen empfiehlt die Firma Bodensee-Dental ihr Produkt Silacryl Universal ausschließlich für die Kalt-, das schon bekannte Silacryl nur für die Warmverarbeitung.

Es werden eine rote und eine weiße Paste in gleichen Mengenverhältnissen zusammengebracht, innerhalb von 1 bis 2 Minuten miteinander verspatelt und dann auf die mit der beigefügten Grundierlösung eingepinselte Prothesenbasis aufgetragen. Nach 2 bis 3 Stunden ist die Vulkanisation abgeschlossen. Dieser Vorgang ist möglich bei der üblichen Verarbeitung nach der Platzhaltermethode (wobei die Prothese schon fertig auspolymerisiert ist oder eine alte sein kann), kann jedoch auch direkt im Munde des Patienten im Sinne einer Abdrucknahme vorgenommen werden.

Die nachträgliche Bearbeitung geschieht mittels Schere, Sandpapierstreifen oder Schleifstein. Kleine Porositäten sind einfach durch mit einem nassen Finger aufgetragene kleine Mengen Silacryl Universal zu glätten.

5. 390 Soft Liner (Dow Corning Corporation, Midland, USA)

390 Soft Liner ist ein Silikon-Derivat. Es wird als gebrauchsfertige Paste in Tuben geliefert. Der Verbund geschieht mittels des Sprays 390 Primer, der auf die harte Acrylat-Basis aufgesprüht wird und etwa 10 bis 15 Minuten antrocknen muß, ehe man die Paste aufträgt.

Die Verwendung ist gleichermaßen gut und möglich für die Neuankfertigung wie auch für die nachträgliche Unterfütterung von Prothesen. 390 Soft Liner polymerisiert bei Kontakt mit Feuchtigkeit. Es ist also darauf zu achten, daß die Küvettenhälften niemals mit Zinnfolie oder einem ähnlichen Mittel isoliert werden.

Die Verarbeitung des Materials ist schnell und praktisch, jedoch bereitete uns die nachträgliche Bearbeitung Schwierigkeiten. Als Bearbeitungsinstrumente werden ausschließlich empfohlen bei einer Umdrehungsgeschwindigkeit von 12000 bis 18000 U/Min.: Sandpapierscheiben mittlerer Körnung, Kunststoffbearbeitungssteine mittlerer Körnung, scharfe montierte Messing- oder Stahlbürsten, sowie scharfe Klingen oder Scheren zur Erstbearbeitung. Diese Instrumente erreichten bei der von uns angewandten und als notwendig angesehenen Prothesenrandgestaltung (sogenannte voll deckende Unterfütterung mit weicher Peripherie, das heißt, das weichbleibende Material reicht um den Prothesenrand) nicht ganz ihren Zweck. Es kam entweder zu Aufrauhungen oder auch Abrissen am Übergang von dem harten zum weichen Kunststoff. Auch eine entsprechende Demonstration der Vertriebsfirma in Deutschland, der De Trey-Gesellschaft mbH., Wiesbaden, konnte dieses Problem nicht voll klären. Die kleinen

Defekte wurden nach guter Säuberung durch Auftragen von 390 Soft Liner ohne Haftmittel und Lagerung im Wasser von Zimmertemperatur über drei Stunden relativ gut korrigiert.

Die Polymerisation im Wasserbad (90 Minuten bei 75° C und weitere 30 Minuten bei 100° C) sollte bei größeren Stücken zum Verhindern von Blasenbildung durch das Druckgefäß (2,5 Atü bei 75° C über 3 Stunden) ersetzt werden.

Die fertigen Prothesen werden dann zur Neutralisation geringer Spuren von Essigsäure in einer milden Lösung von doppelkohlensaurem Natron zweckmäßigerweise gewässert.

IV. ALLGEMEINES ÜBER DIE VERWENDETEN PRÜFKÖRPER UND DEN AUFBAU DER VERSUCHE

Die Prüfungen wurden in direkter Anlehnung an DIN 53 505 (Härteprüfung nach Shore A) und DIN 53 512 (Bestimmung der Stoßelastizität) durchgeführt.

In einem Arbeitsgang wurde jeweils ein Platzhalter von 6 mm Dicke, 70 mm Länge und 35 mm Breite zusammen mit einer gleich großen, aber nur 2 mm dicken Wachsplatte normal in einer Küvette eingebettet. Dann brühten wir die Wachsplatte aus und preßten Paladon-Spezial vor. Anschließend entfernten wir den Platzhalter, applizierten den entsprechenden weichbleibenden Kunststoff in die Küvette und polymerisierten im sogenannten Langzeitverfahren im Wasserbad. Verarbeitungsvorschriften der Herstellerfirmen wurden im gesamten Arbeitsvorgang genauestens eingehalten.

Die auf diese Art und Weise entstandenen Proben wurden dann in der Länge halbiert, sodaß jeweils zwei Prüfkörper gleicher Größe aus dem gleichen Arbeitsvorgang hervorgegangen waren. So entstanden pro Kunststoff 20 Prüfkörper, die fortlaufend nummeriert wurden, wobei die Probennummern 1 und 2, 3 und 4 ... 19 und 20 jeweils einem Arbeitsgang entsprachen. Die ungeraden Proben wurden dann zur Lagerung an der Luft bei normaler Zimmertemperatur von 22° C, die geraden zur Lagerung im Wasserbad bei 37° C bestimmt.

Bei der Herstellung der Prüfkörper aus Silacryl Universal stellte sich heraus, daß nach der Langzeit- (wie auch nach der versuchten Kurzzeit-) Polymerisation der weichbleibende Kunststoff ohne Gewaltanwendung von der Paladon-Unterlage abzuziehen war. Deshalb wurde die Unterlage aus dem Kaltpolymerisat Paladur erstellt und

das Silacryl Universal mittels des der Original-Packung beiliegenden Klebers ohne Wärmepolymerisation aufgepreßt. Wie sich später herausstellte, lag der Grund für den unvollkommenen Verbund wohl in der schnellen Abbindezeit des weichbleibenden Materials von etwa 3 bis 5 Minuten nach Zusammenbringen der roten und der weißen Paste. Die Vulkanisation des Silacryl Universal war jeweils schon abgeschlossen, bevor die Polymerisation des harten Kunststoffes Paladon-Spezial begann.

Die Versuche liefen über ein Jahr. Zunächst geschahen die Messungen im ersten Halbjahr monatlich und dann jeweils wieder nach einem Vierteljahr. Für die Prüfung der Proben des Wasserbades wurde entsprechend der DIN-Forderung der Meßraum und damit die Prüfapparaturen mittels Heizkörpern auf 37° C gebracht und dann die Messungen vorgenommen.

V. HÄRTEPRÜFUNG NACH SHORE A

1. Angewandte Prüfmethode

Verwendet wurde das Prüfgerät Z 7. 2 A der Firma Zwick & Co., Einsingen/Ulm, das den Bestimmungen von DIN 53 505 entsprach.

Das Belastungsgewicht betrug 1 kp.

Zur Durchführung der Prüfung wurde die entsprechende Probe auf den Auflagetisch gelegt und ein Abstand von 10 mm zwischen Probenoberfläche und Prüfspitze des Gummi-Härteprüfgerätes eingestellt.

Durch Herunterdrücken des Prüfhebels wurde der Auflagetisch gegen das Prüfgerät geführt und dieses zusammen mit dem aufgesetzten Belastungsgewicht angehoben. Da das Gerät mit einer elektrischen Signaleinrichtung ausgerüstet war, leuchtete 3 Sekunden nach der Berührung von Auflagefläche des Härteprüfgerätes mit der Probe die Signallampe am Auflegerarm auf. In diesem Moment wurde der Anzeigewert direkt von der Skala des Gerätes in Shore A-Einheiten abgelesen.

Jede Probe wurde auf diese Art und Weise jeweils an fünf verschiedenen Stellen geprüft.

2. Meßergebnisse

In den folgenden Tabellen werden die Mittelwerte von 5 Messungen jeder einzelnen Probe und aller Werkstoffe in Abständen von einem Vierteljahr angegeben:

Härteprüfung von Molloplast-B nach Luftlagerung bei 22° C

Probe	nach 3 Monaten	nach 6 Monaten	nach 9 Monaten	nach 12 Monaten
1	33,80	34,00	34,60	35,00
3	36,20	36,80	36,80	37,00
5	35,40	35,40	35,40	36,00
7	37,80	38,20	38,80	39,20
9	36,40	36,20	36,40	36,80
11	34,60	34,60	34,60	35,00
13	34,00	34,20	34,60	35,00
15	31,60	31,60	32,20	32,80
17	34,00	34,20	34,60	35,40
19	36,40	36,60	37,00	37,20
$\bar{x}$	35,02	35,18	35,50	35,94

Härteprüfung von Molloplast-B nach Wasserlagerung bei 37° C

2	39,80	40,80	41,40	42,00
4	40,60	41,20	41,80	42,00
6	39,60	40,40	41,20	41,80
8	41,60	42,40	43,00	43,60
10	40,20	41,20	43,00	43,40
12	37,40	37,80	39,60	40,00
14	36,60	37,20	38,60	38,80
16	41,00	42,20	43,20	43,80
18	38,60	39,60	40,40	41,80
20	41,00	41,60	42,20	42,60
$\bar{x}$	39,64	40,44	41,44	41,98

Härteprüfung von Neo-Plastupalat nach Luftlagerung bei 22° C

Probe	nach 3 Monaten	nach 6 Monaten	nach 9 Monaten	nach 12 Monaten
1	31,80	32,00	32,80	33,80
3	32,00	32,20	32,40	33,20
5	24,80	24,80	25,60	26,40
7	34,00	34,40	35,20	36,00
9	34,80	34,60	35,00	35,80
11	34,20	34,60	35,20	35,60
13	28,40	29,20	30,40	31,20
15	31,60	31,80	33,40	34,40
17	35,00	35,00	35,80	36,60
19	27,40	28,20	29,20	29,80
$\bar{x}$	31,40	31,68	32,50	33,28

Härteprüfung von Neo-Plastupalat nach Wasserlagerung bei 37° C

2	16,20	17,00	17,20	18,20
4	15,40	16,60	16,80	17,60
6	12,20	12,60	12,80	14,00
8	17,20	17,80	18,00	18,60
10	18,20	18,60	19,00	19,40
12	11,00	12,00	13,20	13,80
14	15,60	16,80	17,00	17,80
16	16,40	16,80	17,20	17,80
18	16,20	16,80	17,40	18,60
20	12,20	12,80	13,00	13,80
$\bar{x}$	15,06	15,78	16,16	16,96

Härteprüfung von Palasiv 62 nach Luftlagerung bei 22° C

Probe	nach 3 Monaten	nach 6 Monaten	nach 9 Monaten	nach 12 Monaten
1	57,80	58,80	61,60	63,20
3	46,80	47,40	51,20	52,80
5	43,20	44,60	47,60	48,60
7	47,20	47,00	49,00	49,80
9	60,40	60,60	63,20	64,20
11	41,60	42,40	44,40	45,00
13	43,20	43,40	44,80	46,00
15	43,40	44,20	46,80	47,60
17	44,40	44,60	47,40	48,80
19	43,60	43,80	46,20	47,20
$\bar{x}$	47,16	47,68	50,22	51,32

Härteprüfung von Palasiv 62 nach Wasserlagerung bei 37° C

2	31,80	32,60	33,00	33,80
4	31,80	32,40	33,00	33,80
6	30,80	33,00	34,00	34,40
8	30,80	32,40	33,60	34,60
10	32,60	34,60	36,40	37,60
12	30,80	30,40	31,00	32,00
14	29,80	32,20	34,00	34,60
16	29,80	32,60	34,80	35,40
18	29,40	32,40	34,20	35,40
20	30,20	30,60	32,60	33,80
$\bar{x}$	30,78	32,32	33,66	34,54

Härteprüfung von Silacryl Universal nach Luftlagerung bei 22° C

Probe	nach 3 Monaten	nach 6 Monaten	nach 9 Monaten	nach 12 Monaten
1	23,60	24,60	26,20	27,60
3	22,20	23,00	24,00	25,20
5	19,60	20,80	22,80	24,20
7	22,60	23,60	25,00	26,00
9	26,00	27,80	29,20	30,40
11	19,80	21,20	23,20	24,40
13	24,80	26,80	28,00	29,20
15	24,20	26,20	27,60	29,00
17	25,40	27,00	28,80	29,20
19	25,80	26,60	28,00	29,60
$\bar{x}$	23,40	24,76	26,28	27,48

Härteprüfung von Silacryl Universal nach Wasserlagerung bei 37° C

2	20,20	23,00	23,80	25,00
4	23,20	26,40	27,20	28,20
6	20,00	24,00	25,20	26,60
8	19,20	22,20	23,60	25,20
10	22,60	24,80	25,40	26,20
12	19,60	24,20	24,60	25,80
14	25,40	27,60	28,20	29,20
16	22,80	24,00	24,80	26,00
18	22,60	24,40	25,20	26,40
20	24,60	25,40	26,20	27,60
$\bar{x}$	22,02	24,60	25,42	26,62

Härteprüfung von 390 Soft Liner nach Luftlagerung bei 22° C

Probe	nach 3 Monaten	nach 6 Monaten	nach 9 Monaten	nach 12 Monaten
1	19,80	19,80	20,80	21,00
3	18,20	18,40	19,60	20,00
5	19,40	19,80	20,20	20,40
7	13,40	13,60	14,00	14,60
9	13,00	13,40	14,40	14,60
11	16,20	16,60	18,00	18,20
13	17,20	17,40	18,00	18,40
15	18,80	19,00	19,40	19,40
17	18,80	19,00	19,40	19,80
19	17,40	17,40	18,60	19,20
$\bar{x}$	17,22	17,44	18,24	18,56

Härteprüfung von 390 Soft Liner nach Wasserlagerung bei 37° C

2	22,40	22,20	22,20	22,60
4	20,80	20,40	20,60	21,20
6	21,00	21,20	21,40	21,80
8	19,00	19,00	19,00	19,60
10	15,80	16,20	16,80	17,60
12	19,00	19,20	19,40	20,00
14	21,20	21,20	21,40	21,80
16	20,40	20,80	21,00	21,40
18	21,20	21,00	21,20	22,00
20,	20,00	20,40	20,60	21,40
$\bar{x}$	20,08	20,16	20,36	20,94

Zusammenfassend werden in den beiden folgenden Tabellen die Mittelwerte der einzelnen weichbleibenden Werkstoffe ($\bar{x}$) in Abständen von einem Vierteljahr angegeben:

Härteprüfung nach Lagerung an der Luft bei 22° C

Werkstoffe	nach 3 Monaten	nach 6 Monaten	nach 9 Monaten	nach 12 Monaten
Molloplast-B	35,02	35,18	35,50	35,94
Neo-Plastupalat	31,40	31,68	32,50	33,28
Palasiv 62	47,16	47,68	50,22	51,32
Silacryl Universal	23,40	24,76	26,28	27,48
390 Soft Liner	17,22	17,44	18,24	18,56

Härteprüfung nach Lagerung im Wasserbad bei 37° C

Werkstoffe	nach 3 Monaten	nach 6 Monaten	nach 9 Monaten	nach 12 Monaten
Molloplast-B	39,64	40,44	41,44	41,98
Neo-Plastupalat	15,06	15,78	16,16	16,96
Palasiv 62	30,78	32,32	33,66	34,54
Silacryl Universal	22,02	24,60	25,42	26,62
390 Soft Liner	20,08	20,16	20,36	20,94

3. Statistische Auswertung

Um Fehlschlüsse zu vermeiden und gleichzeitig die Aussagekraft der Ergebnisse sichern zu helfen, bedienten wir uns bei der Auswertung der Meßdaten statistischer Methoden.

Zunächst stellten wir die Frage nach der Härtezunahme zwischen der Anfangsmessung jedes Kunststoffes und dem Ergebnis nach Versuchsablauf von einem Jahr. Wir fragten also: Kann man auf Grund der vorliegenden Meßergebnisse behaupten, daß sich die Anfangswerte von den Endwerten mehr als zufällig zu vermuten unterscheiden? Die Antwort darauf gibt der t-Test im paarweisen Vergleich (6). Dabei zeigte sich, daß eine Härtezunahme für alle weichbleibende Kunststoffe mit einer Irrtumswahrscheinlichkeit von $p \leq 0,01$ behauptet werden kann. Der Grenzwert ist bei 9 Freiheitsgraden für $t = 3,2498$.

Folgende Tabelle veranschaulicht das Ergebnis des t-Test im paarweisen Vergleich für jeden Werkstoff bei entsprechender Lagerung ($\bar{d}$ = durchschnittliche Härtezunahme im Verlaufe eines Jahres):

Werkstoffe	Luft bei 22° C		Wasser bei 37° C	
	$\bar{d}$	t	$\bar{d}$	t
Molloplast-B	1,14	3,5052	6,48	32,5078
Nöo-Plastupalat	3,76	13,5349	2,54	14,0022
Palasiv 62	7,52	5,9269	6,72	20,3945
Silacryl Universal	5,00	14,5433	9,94	9,4676
390 Soft Liner	2,22	11,4315	4,40	24,5947

Um nun die Unterschiede zwischen den Werkstoffen zu sichern, führten wir eine einfache Varianzanalyse durch. Diese prüft die Hypo-

these, ob tatsächlich Mittelwertsunterschiede vorliegen, oder ob die beobachteten Mittelwertsunterschiede auch durch Zufall zustande gekommen sein können (Nullhypothese). Dabei wird die Wahrscheinlichkeit ermittelt, mit der beim Fehlen echter Unterschiede derartige Werte zu erwarten sind. Die Quotienten der mittleren Abweichungsquadrate (MAQ) werden berechnet und die sogenannten F-Werte mit der F-Verteilung verglichen, wobei die Freiheitsgrade im Zähler und im Nenner berücksichtigt werden ($MAQ = \frac{SAQ}{f}$, wobei SAQ = Summe der Abweichungsquadrate und f = Freiheitsgrade).

Die Ergebnisse der einfachen Varianzanalyse sind in den beiden folgenden Tabellen zu sehen. Der Grenzwert für F bei 4 und 45 Freiheitsgraden und bei einer Irrtumswahrscheinlichkeit von $p \leq 0,01$ beträgt $F = 3,78$.

Nach Lagerung an der Luft bei 22° C

V a r i a n z	SAQ	f	$MAQ = \frac{SAQ}{f}$	F
Zwischen den Werkstoffen	247,7008	4	61,9252	16,0428
Innerhalb der Werkstoffe	173,7200	45	3,8600	-
Gesamtvarianz	421,4208	49	-	-

Nach Lagerung im Wasserbad bei 37° C

V a r i a n z	SAQ	f	MAQ = $\frac{SAQ}{f}$	F
Zwischen den Werkstoffen	308,0272	4	77,0068	28,1978
Innerhalb der Werkstoffe	122,2800	45	2,7173	-
Gesamtvarianz	430,3072	49	-	-

Der gesicherte Unterschied zwischen den weichbleibenden Kunststoffen läßt keine Schlüsse darüber zu, welche der Werkstoffe sich nun im einzelnen unterscheiden. Um dieser Frage näher zu kommen, wurden die Mittelwerte der einzelnen Werkstoffe errechnet und mit ihren Konfidenzbereichen graphisch dargestellt bei einer Irrtumswahrscheinlichkeit von $p \leq 0,01$. Die Berechnung dieser Konfidenzbereiche geschah mittels der Formel

$$\bar{d} \pm t_{0,01} \cdot s_d$$

wobei $\bar{d}$ die Summe der Differenzen der Mittelwerte jedes Werkstoffes geteilt durch ihre Anzahl - also der Gesamtmittelwert - und $t_{0,01}$ der entsprechende Grenzwert der t-Verteilung (nach Geigy-Tabelle

$$t_{0,01} = 3,2498) \text{ ist. } s_d = \sqrt{\frac{s_{dd}}{n(n-1)}} \text{ und } s_{dd} = \sum_{i=1}^n d_i^2 - \frac{(\sum_{i=1}^n d_i)^2}{n}.$$

Die Konfidenzbereiche sind der Bereich, in dem 99 von 100 Mittelwerten von Stichproben aus der gleichen Grundgesamtheit liegen werden. Ihre graphische Darstellung läßt die Aussage zu, daß ein Unterschied zwischen den einzelnen weichbleibenden Kunststoffen besteht, wenn ein Mittelwert nicht im Konfidenzbereich des anderen liegt.

Wenn sie sich nicht überschneiden, ist erst recht ein Unterschied anzunehmen.

Aus der graphischen Darstellung I ergibt sich:

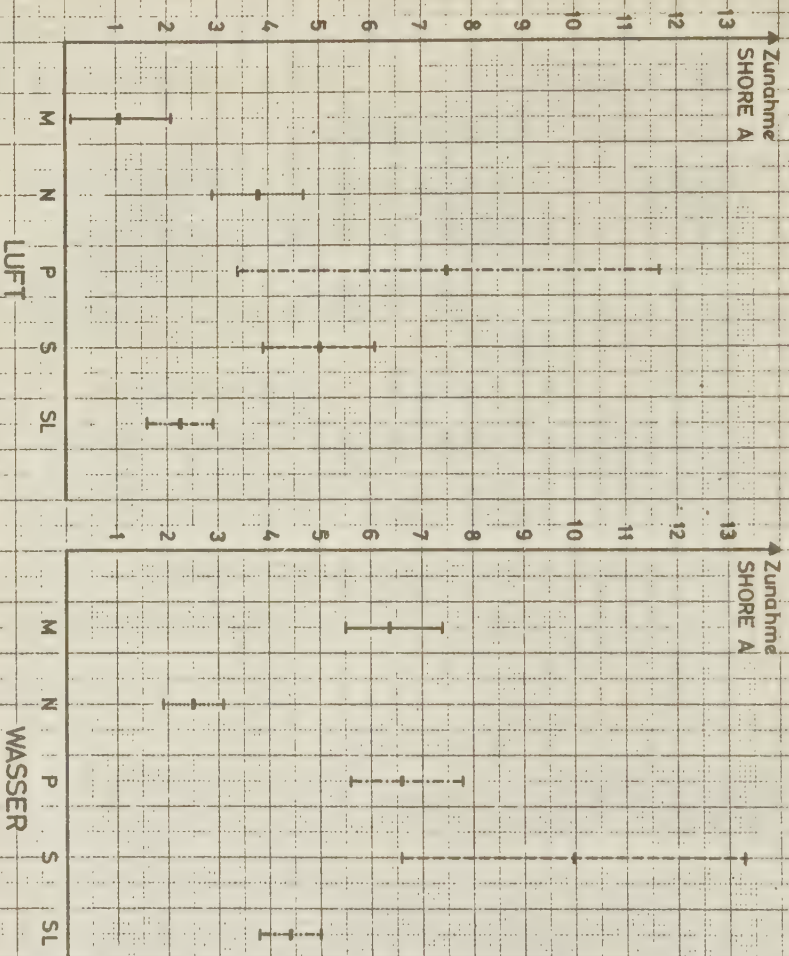
1. Molloplast-B und 390 Soft Liner haben nach Lagerung an der Luft bei 22° C die geringste Härtezunahme. Ihre Mittelwerte liegen außerhalb der Konfidenzbereiche der drei anderen Kunststoffe. Palasiv 62, Neo-Plastupalat und Silacryl Universal unterscheiden sich nicht nachweisbar.
2. Nach Lagerung im Wasserbad von 37° C zeigt Neo-Plastupalat, gefolgt von 390 Soft Liner, die geringste Härtezunahme. Ein Unterschied ist zwischen ihnen wie auch zu Molloplast-B, Palasiv 62 und Silacryl Universal anzunehmen. Letztere überschneiden sich in ihren Konfidenzbereichen. Silacryl Universal fällt dabei durch seine starke Härtezunahme und seinen großen Konfidenzbereich auf.

In der graphischen Darstellung II werden die Anfangs- bzw. Ausgangswerte der einzelnen Werkstoffe ihrer Shore A - Zunahme mit ihren Konfidenzbereichen gegenübergestellt.

Im Rahmen dieser Arbeit interessierte vornehmlich die Zunahme der Härtewerte. Gearbeitet wurde dabei wegen der einfacheren Fehlerrechnung mit diesen absoluten Meßwerten, nicht mit Prozentzahlen.

DIAGRAM I: Durchschnittliche Härtezunahme der Werkstoffe_g mit ihren Konfidenzbereichen

- M = Moloplast-B
- - - SL = 390 Soft Liner
- · · P = Palasiv 62
- N = Neo-Plastipalat
- S = Siacryl-Universal



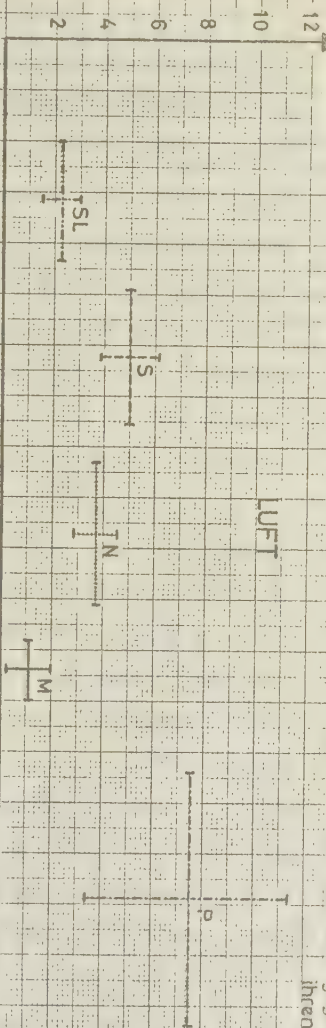
Zunahme
SHORE A

LUFT

WASSER

DIAGRAMM II: Ausgangswert
gegenüber Zunahme SHORE A mit
ihren Konfidenzbereichen

- M = Molloplast - B
- N = Neo - Plastipal
- P = Palstav 62
- S = Silacryl - Universal
- SL = 390 Soft - Liner



Ausgangswert
SHORE A

VI. PRÜFUNG DER STOSSELASTIZITÄT

1. Angewandte Prüfmethode

Zur Ermittlung der Stoßelastizität diente das Elastizitätsprüfgerät Z. 116 der Firma Zwick & Co., Einsingen/Ulm. Entsprechend DIN 53 512 betrug die Stoßenergie des Pendels 5 cmkg.

Das Gerät bestand aus einem auf vier verstellbaren Füßen ruhenden Amboß und dem darauf montierten Pendelgestänge. Das reibungsarm gelagerte Pendel konnte einschließlich seiner Lagerung zum Einstellen auf die Probendicke waagrecht verschoben werden. Eine Klinkvorrichtung ermöglichte ein rasches Einklinken des Pendels in seine Ausgangsstellung bzw. seine Lösung. Die Rückprallhöhe des Pendels wurde auf einer in Prozent der Fallhöhe geteilten Skala durch einen Schleppzeiger festgehalten und entsprach der nach DIN 53 512 definierten Stoßelastizität.

Zur Durchführung der Prüfung wurde das Gerät mittels einer Libelle durch Verstellen der Füße waagrecht ausgerichtet und der Schleppzeiger in Nullstellung gebracht. Federn drückten die Probe an den Amboß mit seiner Auflage. Dann stellten wir die Probendicke ein, indem wir das Pendellagergestänge verschoben, bis die Kuppe der Hammerfinne des frei hängenden Pendels die Probe gerade noch berührte und führten dann das Pendel in seine Ausgangsstellung zurück, wo es selbsttätig einklinkte. Zur eigentlichen Versuchsdurchführung wurde der Auslöseknopf gedrückt, wodurch das Pendel ausgelöst wurde und auf die Probe fiel. Je nach dem elastischen Verhalten der Probe prallte das Pendel zurück und nahm dabei den Schleppzeiger mit. Dieser blieb an dem freien Umkehrpunkt des

Pendels stehen und zeigte damit auf der Skala des Prüfgerätes die Stoßelastizität an. Wir ließen das Pendel 6 mal auf die gleiche Stelle jeder Probe fallen und werteten den 4., 5. und 6. Schlag aus.

2. Meßergebnisse

In den folgenden Tabellen werden die Mittelwerte der Proben und Werkstoffe in Abständen von einem Vierteljahr angegeben:

Molloplast-B nach Lagerung an der Luft bei 22° C

Probe	nach 3 Monaten	nach 6 Monaten	nach 9 Monaten	nach 12 Monaten
1	68,00	68,00	68,70	69,00
3	63,00	63,00	63,70	64,00
5	65,00	65,00	65,00	65,00
7	65,30	65,30	66,00	66,00
9	67,70	68,00	68,00	68,30
11	67,00	68,00	68,30	68,70
13	67,00	68,00	68,00	68,00
15	65,00	66,30	66,70	66,70
17	65,00	65,00	66,00	66,00
19	65,30	66,00	66,70	66,70
$\bar{x}$	65,83	66,16	66,71	66,84

Molloplast-B nach Lagerung im Wasserbad bei 37° C

2	71,30	72,00	72,00	72,30
4	68,00	68,00	68,70	68,70
6	68,00	68,00	68,30	68,70
8	68,00	68,00	68,00	68,70
10	72,00	72,00	72,60	73,00
12	72,30	73,00	73,00	73,00
14	72,00	72,00	72,30	73,00
16	71,00	71,00	71,003	72,00
18	71,30	72,00	72,00	72,00
20	71,00	71,30	71,70	71,70
$\bar{x}$	70,49	70,73	70,96	71,31

Neo-Plastupalat nach Lagerung an der Luft bei 22° C

Probe	nach 3 Monaten	nach 6 Monaten	nach 9 Monaten	nach 12 Monaten
1	5,00	5,00	6,00	7,00
3	5,00	5,00	6,00	6,00
5	4,00	4,00	5,00	5,00
7	5,00	5,00	6,00	6,70
9	5,00	5,00	6,30	7,00
11	7,00	7,00	7,00	8,00
13	4,00	4,00	5,00	6,00
15	5,00	5,00	6,00	7,00
17	5,00	5,00	6,00	6,70
19	7,00	7,00	8,00	8,00
$\bar{x}$	5,20	5,20	6,13	6,74

Neo-Plastupalat nach Lagerung im Wasserbad bei 37° C

2	4,70	5,00	5,00	5,70
4	4,70	5,00	5,00	5,00
6	5,00	5,00	5,00	5,70
8	5,00	6,00	6,00	6,00
10	5,30	6,00	6,00	6,00
12	5,00	5,00	5,30	6,00
14	4,70	5,00	5,00	5,00
16	5,00	6,00	6,00	6,30
18	5,00	5,00	5,00	5,70
20	5,00	6,00	6,00	6,00
$\bar{x}$	4,94	5,40	5,43	5,74

Palasiv 62 nach Lagerung an der Luft bei 22° C

Probe	nach 3 Monaten	nach 6 Monaten	nach 9 Monaten	nach 12 Monaten
1	16,00	16,70	18,00	20,00
3	10,30	11,00	12,00	13,70
5	10,70	11,00	12,00	13,30
7	13,00	14,30	15,30	17,30
9	16,30	17,70	18,30	20,00
11	11,70	12,00	13,00	14,70
13	13,00	13,00	14,00	15,00
15	12,00	12,00	13,30	15,00
17	12,70	13,00	14,00	16,00
19	12,00	12,00	14,00	15,00
$\bar{x}$	12,77	13,27	14,39	16,00

Palasiv 62 nach Lagerung im Wasserbad bei 37° C

2	5,00	5,00	5,30	6,00
4	5,00	5,30	6,00	6,70
6	3,70	4,00	4,30	4,70
8	4,00	4,30	5,00	5,70
10	4,00	5,30	6,00	7,00
12	4,00	4,00	5,00	6,00
14	5,00	5,30	6,00	7,00
16	4,00	3,70	4,00	5,00
18	4,30	4,70	5,00	6,00
20	4,70	5,00	5,70	6,30
$\bar{x}$	4,37	4,66	5,23	6,04

Silacryl Universal nach Lagerung an der Luft bei 22° C

Probe	nach 3 Monaten	nach 6 Monaten	nach 9 Monaten	nach 12 Monaten
1	57,00	57,70	59,30	60,70
3	54,30	56,00	58,00	60,00
5	51,30	54,30	55,00	57,00
7	55,00	57,70	59,00	60,70
9	55,00	57,70	59,00	60,30
11	51,00	53,70	55,00	57,00
13	56,70	59,30	59,30	61,00
15	49,00	50,30	51,70	53,00
17	49,00	52,00	53,00	53,70
19	49,70	52,70	53,00	54,70
$\bar{x}$	52,80	55,14	56,23	57,81

Silacryl Universal nach Lagerung im Wasserbad bei 37° C

2	54,00	56,00	57,00	58,00
4	56,00	59,00	60,30	62,00
6	52,00	55,00	55,30	56,00
8	52,70	57,30	58,00	59,00
10	51,30	54,30	55,00	56,00
12	49,00	55,00	55,00	56,30
14	57,30	60,00	61,30	62,70
16	47,00	48,70	49,00	50,00
18	47,70	49,00	49,00	50,00
20	51,30	52,70	53,00	54,70
$\bar{x}$	51,83	54,70	55,29	56,47

390 Soft Liner nach Lagerung an der Luft bei 22° C

Probe	nach 3 Monaten	nach 6 Monaten	nach 9 Monaten	nach 12 Monaten
1	49,00	49,30	50,70	51,00
3	47,70	48,70	48,30	48,70
5	49,00	49,70	51,00	51,00
7	38,30	39,30	39,70	40,00
9	40,00	40,00	41,00	41,00
11	45,70	46,00	47,70	48,00
13	50,00	50,70	52,00	51,70
15	46,70	47,00	48,30	48,30
17	47,70	48,00	48,30	48,30
19	47,00	47,30	48,30	48,30
$\bar{x}$	46,11	46,60	47,53	47,63

390 Soft Liner nach Lagerung im Wasserbad bei 37° C

2	50,70	50,70	51,00	51,00
4	49,70	50,00	50,00	50,70
6	49,30	50,00	50,00	51,00
8	45,30	46,00	46,00	47,00
10	44,00	44,70	45,00	45,00
12	48,70	49,00	49,00	50,00
14	49,00	49,70	50,00	50,00
16	47,00	47,70	48,00	48,00
18	48,00	49,30	49,00	49,30
20	48,30	48,70	48,70	49,70
$\bar{x}$	48,00	48,58	48,67	49,17

Zusammenfassend werden in den beiden folgenden Tabellen die Mittelwerte der einzelnen Werkstoffe ($\bar{x}$) in Abständen von einem Vierteljahr angegeben:

Stoßelastizitätsprüfung nach Lagerung an der Luft bei 22° C

Werkstoffe	nach 3 Monaten	nach 6 Monaten	nach 9 Monaten	nach 12 Monaten
Molloplast-B	65,83	66,16	66,71	66,84
Neo-Plastupalat	5,20	5,20	6,13	6,74
Palasiv 62	12,77	13,27	14,39	16,00
Silacryl Universal	52,80	55,14	56,23	57,81
390 Soft Liner	46,11	46,60	47,53	47,63

Stoßelastizitätsprüfung nach Lagerung im Wasserbad bei 37° C

Werkstoffe	nach 3 Monaten	nach 6 Monaten	nach 9 Monaten	nach 12 Monaten
Molloplast-B	70,49	70,73	70,96	71,31
Neo-Plastupalat	4,94	5,40	5,43	5,74
Palasiv 62	4,37	4,66	5,23	6,04
Silacryl Universal	51,83	54,70	55,29	56,47
390 Soft Liner	48,00	48,58	48,67	49,17

3. Statistische Auswertung

Da die gleichen statistischen Methoden wie bei der Auswertung der Meßdaten der Härteprüfung nach Shore A angewendet wurden, braucht nicht mehr näher darauf eingegangen zu werden.

Folgende Tabelle veranschaulicht das Ergebnis des t-Test im paarweisen Vergleich (bei einem Grenzwert von $t = 3,2498$ und einer Irrtumswahrscheinlichkeit von $p \leq 0,01$):

Werkstoffe	Luft bei 22° C		Wasser bei 37° C	
	$\bar{d}$	t	$\bar{d}$	t
Molloplast-B	1,14	7,0284	1,08	10,0746
Neo-Plastupalat	1,60	12,1673	1,46	9,2522
Palasiv 62	3,50	12,5493	2,17	10,4700
Silacryl Universal	5,82	15,0738	8,89	7,0955
390 Soft Liner	2,19	7,9636	2,01	8,9262

Die einfache Varianzanalyse ergab bei einem Grenzwert für $F = 3,78$ bei 4 und 45 Freiheitsgraden und einer Irrtumswahrscheinlichkeit von $p \leq 0,01$:

Nach Lagerung an der Luft bei 22° C

V a r i a n z	SAQ	f	$MAQ = \frac{SAQ}{f}$	F
Zwischen den Werkstoffen	141,6560	4	35,4140	51,1615
Innerhalb der Werkstoffe	31,1490	45	0,6922	-
Gesamtvarianz	172,8050	49	-	-

Nach Lagerung im Wasserbad bei 37° C

V a r i a n z	SAQ	f	$MAQ = \frac{SAQ}{f}$	F
Zwischen den Werkstoffen	423,4468	4	105,8617	31,2138
Innerhalb der Werkstoffe	152,6190	45	3,3915	-
Gesamtvarianz	516,0658	49	-	-

Im Anschluß daran wurden auch wiederum die Konfidenzbereiche der Mittelwerte der einzelnen weichbleibenden Kunststoffe bestimmt und graphisch dargestellt, um eine Aussage über die Unterschiedlichkeit der Werkstoffe zu ermöglichen. Wir gehen hier ebenso davon aus, daß ein Unterschied anzunehmen ist, wenn sich die Konfidenzbereiche nicht überschneiden.

Aus der graphischen Darstellung III ergibt sich für die Stoßelastizität:

1. Molloplast-B und Neo-Plastupalat zeigen nach Lagerung an der Luft bei 22° C die geringste Zunahme. Ihre Mittelwerte liegen außerhalb der Konfidenzbereiche von Palasiv 62 und Silacryl Universal, nicht jedoch außerhalb des von 390 Soft Liner. Molloplast-B und Neo-Plastupalat unterscheiden sich also nachweisbar von Palasiv 62 und Silacryl Universal, nicht dagegen untereinander. Silacryl Universal hat deutlich die stärkste Elastizitätszunahme und liegt mit seinem Konfidenzbereich außerhalb der Bereiche aller anderen Werkstoffe.
2. Nach Lagerung im Wasserbad von 37° C zeigen Molloplast-B und

Neo-Plastupalat ebenfalls die geringste Zunahme. Sie sind ähnlich zu beurteilen. Der Konfidenzbereich von Molloplast-B, nicht jedoch der Mittelwert, überschneidet sich mit dem von 390 Soft Liner, liegt aber sogar außerhalb des von Palasiv 62. Wiederum hat Silacryl Universal die stärkste Elastizitätszunahme wie auch den größten Konfidenzbereich und setzt sich damit gegen die vier anderen Werkstoffe ab.

Die graphische Darstellung IV zeigt die Gegenüberstellung der Ausgangswerte der Stoßelastizitätsprüfung zur entsprechenden Zunahme der Werte nach Versuchsablauf von einem Jahr mit ihren Konfidenzbereichen.

DIAGRAMM III: Durchschnittliche Stoßelastizitätszunahme der Werkstoffe mit ihren Kondenzbereichen

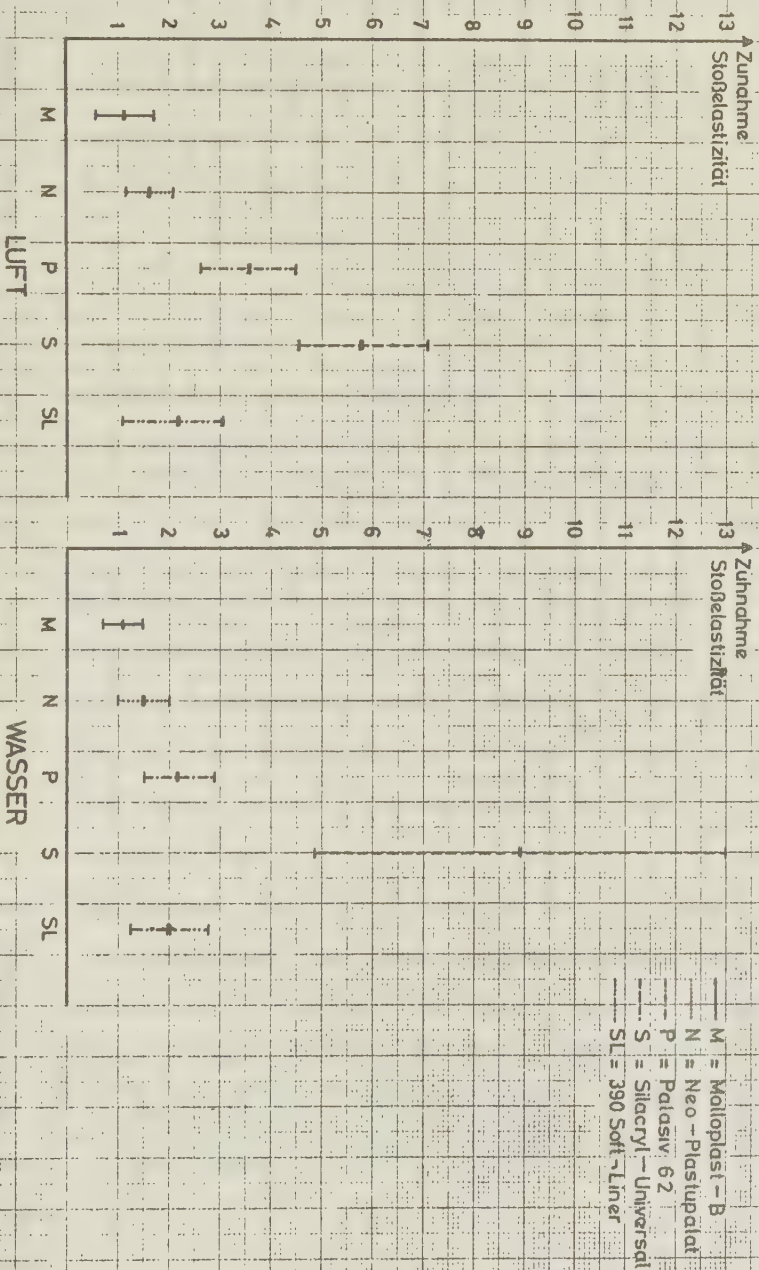




DIAGRAMM IV: Ausgangswert gegenüber Zunahme der Stoßelastizität mit ihren Konfidenzbereichen

VII. DISKUSSION

Bei der Härteprüfung nach Shore A zeigte sich folgende Reihenfolge der Härtezunahme im direkten Vergleich der verschiedenen Mittelwerte nach Luftlagerung:

1. Molloplast-B
2. 390 Soft Liner
3. Neo-Plastupalat
4. Silacryl Universal
5. Palasiv 62

Die statistische Auswertung ergab jedoch, daß sich lediglich Molloplast-B und 390 Soft Liner von den anderen weichbleibenden Kunststoffen unterscheiden, nicht aber untereinander. Der Unterschied ist allerdings statistisch nicht sehr bedeutsam. Molloplast-B und 390 Soft Liner zeigen also die geringsten Veränderungen in der Härtezunahme.

Nach Lagerung im Wasserbad von 37° C stellte sich eine andere Reihenfolge im Mittelwertsvergleich heraus:

1. Neo-Plastupalat
2. 390 Soft Liner
3. Molloplast-B
4. Palasiv 62
5. Silacryl Universal

Hierbei stellt sich Neo-Plastupalat als das Material mit der geringsten Härtezunahme heraus. Es folgt ihm 390 Soft Liner. Beide Konfidenzbereiche überschneiden sich weder untereinander noch mit denen der restlichen drei Kunststoffe. Der Unterschied zwischen Molloplast-B, Palasiv 62 und Silacryl Universal ist nicht deutlich. Das Silacryl Universal allerdings liegt in seiner Härtezunahme viel höher.

Die graphische Darstellung V zeigt noch die Härtezunahme eines jeden Kunststoffes im Verlaufe des Versuchsjahres auf. Entsprechende Unterschiede und Besonderheiten im Kurvenverlauf sind daraus ersichtlich.

Bei der Stoßelastizitätsprüfung kam es ebenfalls zu einer deutlichen Zunahme der Werte. Es folgten einander in beiden Versuchsreihen an der Luft und im Wasserbad gleichermaßen:

1. Molloplast-B
2. Neo-Plastupalat
3. 390 Soft Liner
4. Palasiv 62
5. Silacryl Universal

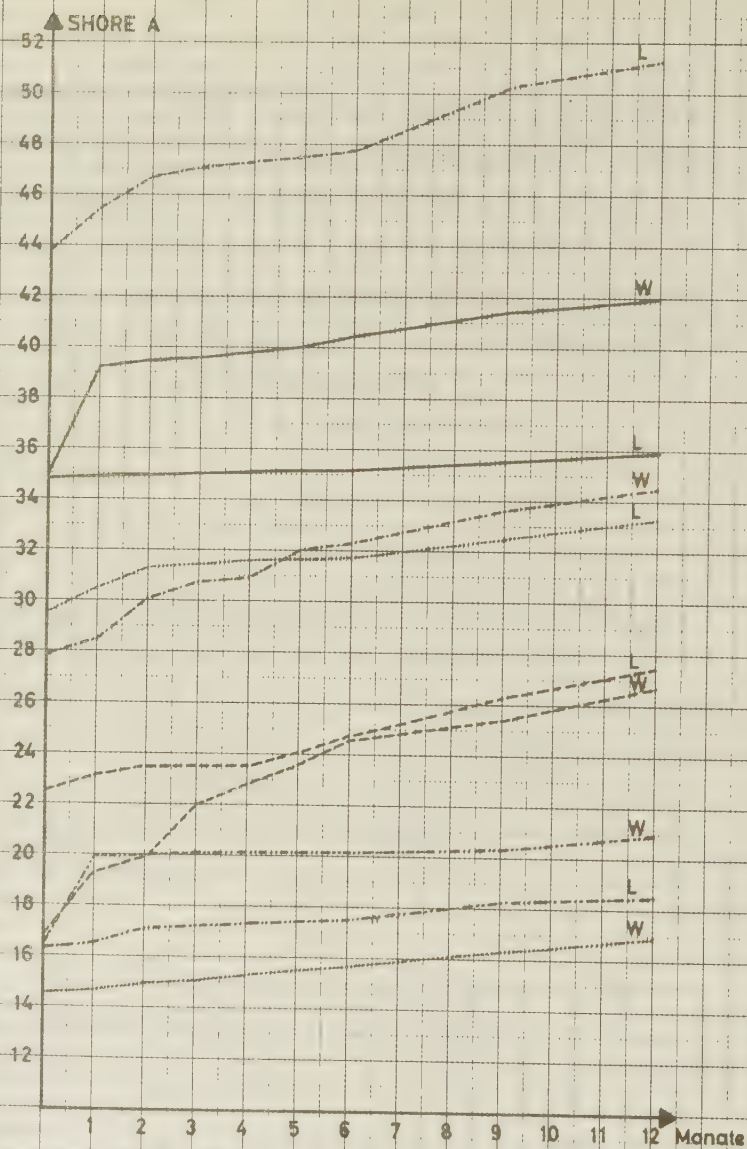
Nach Luftlagerung zeigen Molloplast-B und Neo-Plastupalat ein günstigeres Ergebnis gegenüber Palasiv 62 und Silacryl Universal.

390 Soft Liner ist dazwischen einzureihen. Nach Lagerung im Wasserbad ist der Unterschied zwischen Molloplast-B, Neo-Plastupalat, 390 Soft Liner und Palasiv 62 nicht bedeutsam. In beiden Versuchsreihen fällt jedoch das Silacryl Universal durch seine deutlich stärkere Elastizitätszunahme und seinen größeren Konfidenzbereich auf.

Aus der graphischen Darstellung VI ist der Kurvenverlauf der Stoßelastizitätszunahme mit allen seinen Besonderheiten während des Versuchsjahres ersichtlich.

Zum Schluß wurden noch die Ergebnisse der beiden Prüfungen gegenübergestellt und auf ein Koordinatensystem übertragen. Dabei zeigt die Abszisse die $\%$ -Zunahme der Stoßelastizität und die Ordinate die

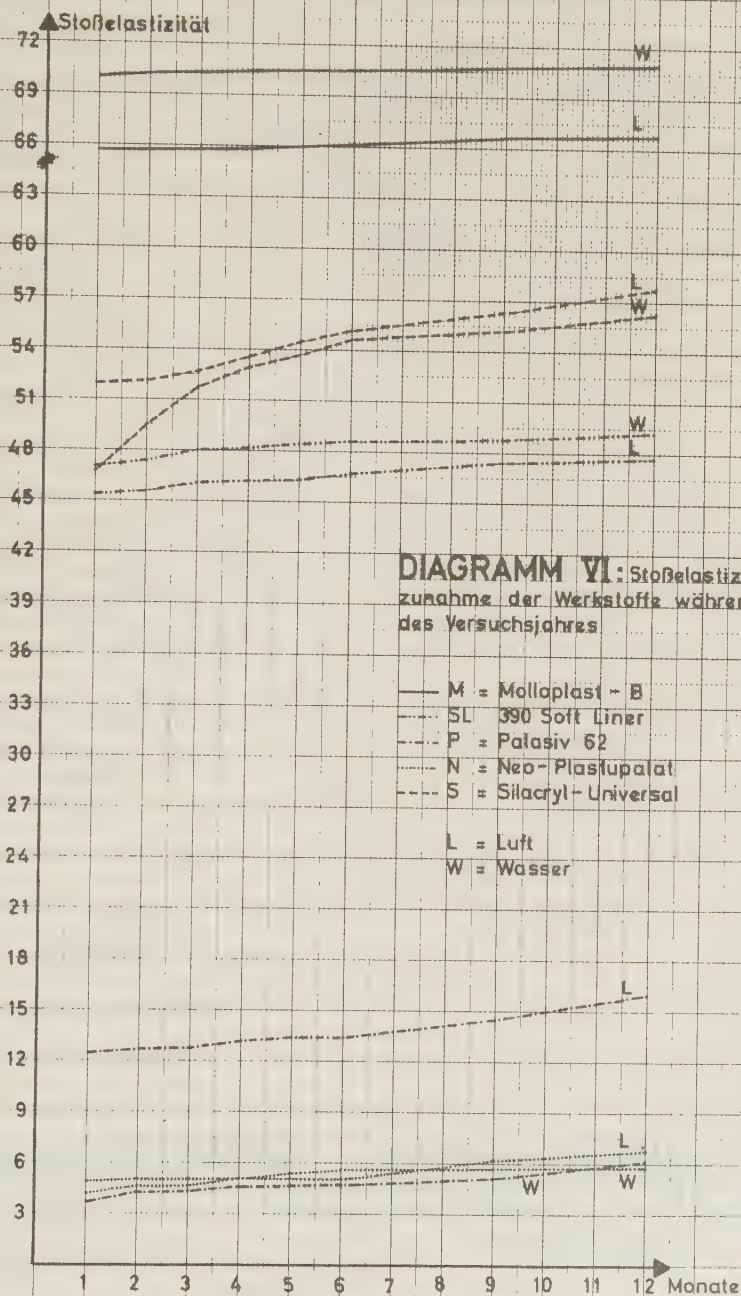
Härtezunahme nach Shore A. Aufgetragen wurden die jeweiligen Differenzen der Anfangsmittelwerte zu den Ergebnissen nach Versuchsablauf von einem Jahr jeder einzelnen Probe des entsprechenden weichbleibenden Kunststoffes. Am günstigsten ist dabei jener Werkstoff zu beurteilen, dessen Werte dem Null-Kreuz des Koordinatensystems am nächsten liegen (graphische Darstellung VII für die Lagerung an der Luft und VIII für die Lagerung im Wasserbad).

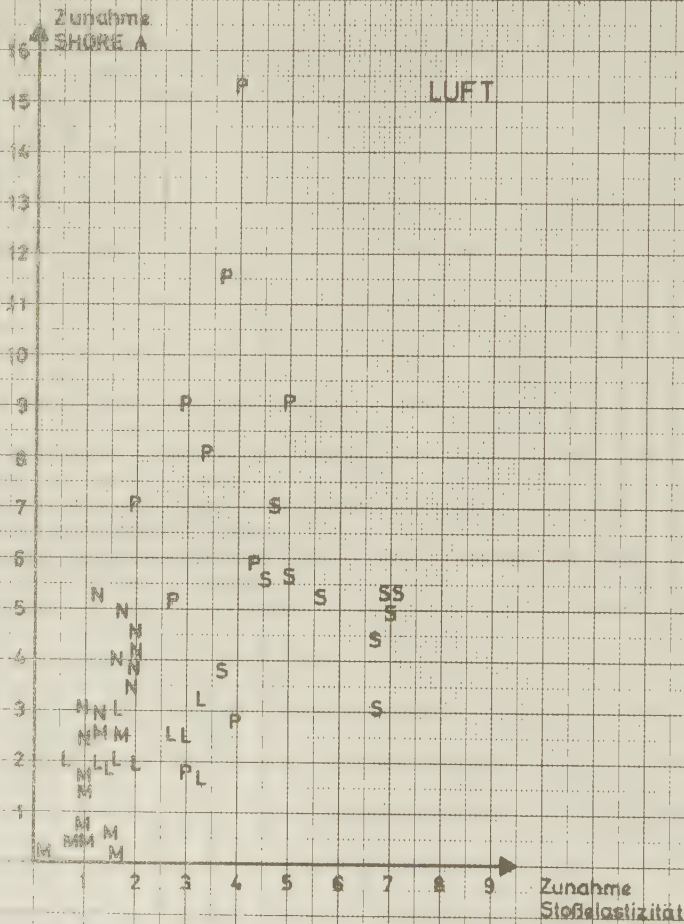


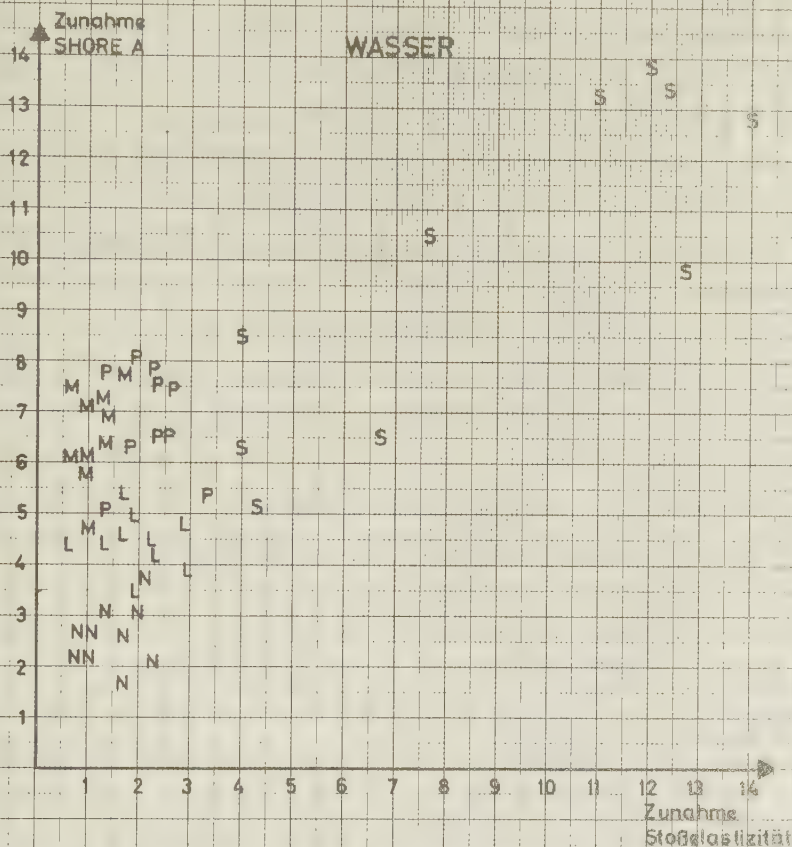
- M = Molloplast - B
- - - SL = 390 Soft - Liner
- · - P = Palasiv 62
- · - N = Neo - Plastupalat
- - - S = Silacryl - Universal

L = Luft
W = Wasser

DIAGRAMM V: Härtezunahme der Werkstoffe während des Versuchesjahres







- L = 390 Soft Liner
M = Malloplast-B
N = Neo-Plastupat
P = Palasiv 62
S = Silacryl-Universal

DIAGRAMM VIII: Zunahme
SHORE A gegenüber Zunahme Stoß-
elastizität jeder Probe.

VIII. ERFAHRUNGEN AN KLINISCHEN FÄLLEN

Um auch einen klinischen Eindruck der physikalisch im technischen Versuch auf Härte und Stoßelastizität geprüften Kunststoffe zu gewinnen, wurden jeweils einige totale Unterkiefer-Prothesen weichbleibend unterfüttert. Diese Versuchsreihe wollte von vornherein keine allumfassende klinische Untersuchung sein, kann also in ihrem Ergebnis nur einige Erfahrungen, nicht jedoch stichhaltige, statistisch gesicherte Werte liefern.

Weichbleibend unterfüttert wurden insgesamt 17 totale Unterkiefer-Prothesen von Vollprothesenträgern, davon 3 mit Molloplast-B, 3 mit Neo-Plastupalat, 5 mit Palasiv 62, 1 mit Silacryl Universal und 5 mit 390 Soft Liner.

Die Unterkiefer-Prothesen begutachteten wir nach einem halben und einem Jahr Tragezeit. Dabei achteten wir besonders auf folgende

- Punkte:
1. Schleimhautreizungen
 2. Geschmacksempfindungen
 3. Farbveränderungen
 4. Konsistenzveränderungen
 5. Belagbildungen
 6. Randablösungen oder sonstige Minderungserscheinungen

Bei der Laboratoriumstechnischen Verarbeitung wurden die Angaben der Herstellerfirmen strengstens eingehalten. Dabei gemachte Erfahrungen, besonders die der nachträglichen Bearbeitung, sind im Abschnitt III dieser Arbeit im Zusammenhang mit einer Charakteristik jedes weichbleibenden Kunststoffes aufgezeigt.

Der Versuch, Unterkiefer-Vollprothesen mit Silacryl Universal auf dem Wege der Warmverarbeitung zu unterfüttern, scheiterte.

Die weichbleibende Schicht konnte nach erfolgter Kurz- oder Langzeit-Polymerisation ohne den geringsten Kraftaufwand abgelöst werden. Darauf stellten wir die harte Prothesenbasis erst fertig und unterfütterten diese in der Kuvette auf dem sogenannten "kalten Wege", wobei der Verbund durch die empfohlene Grundierlösung hergestellt wurde. Dabei zeigte sich, daß ein genügender Verbund nur bei massivem Einpinseln mit dem Haftmittel, vor allem der Ventilränder, zustande kam. Es ließ sich aber nicht vermeiden, daß dann etwas von der Grundierlösung zwischen das harte Methacrylat und den es umfassenden Gips sickerte. An diesen Stellen waren dann später an der fertigen Prothese weiß-gräulich verfärbte Partien zu erkennen, die bis zu einem Millimeter tief in den harten Kunststoff reichten, also auch nicht zu polieren waren. (Nach Angabe der Herstellerfirma enthält die Grundierlösung u. a. Aceton).

Der erste Patient, dem eine mit Silacryl Universal weichbleibend unterfütterte Unterkiefer-Vollprothese eingefügt wurde, suchte nach einem Tage Tragezeit unsere Klinik wieder auf. Er zeigte starke allergische Erscheinungen, die durch hochgradige Rötung der den Unterkiefer bedeckenden Schleimhaut, der Umschlagfalte, des Mundbodens und der Zunge sowie schmerzhaftes Brennen der Schleimhäute ausgezeichnet waren. Weiterhin klagte er über starke Kopfschmerzen, die auch - nach seiner Angabe - noch weitere zehn Tage lang angehalten haben sollen. Wie wir dann bei einer späteren anamnестischen Erhebung herausfanden, muß bei dem Patienten eine gewisse Allergiebereitschaft vorhanden gewesen sein. Es stellte sich heraus, daß er wegen eines Ekzemes sich zeitweilig in der Universitäts-Hautklinik Mainz in Behandlung befand. Ähnliche Erscheinungen waren je-

doch bei ihm, obwohl schon länger Träger einer normalen Paladon-Vollprothese, noch nicht aufgetreten.

Die Patienten wurden ein halbes und dann ein Jahr nach erfolgtem Einsetzen und Inkorporation der Prothesen wiederbestellt. Alle Patienten waren schon längere Zeit Vollprothesen-Träger, erhielten jedoch zum ersten Mal eine Unterkiefer-Prothese mit weichbleibender Unterfütterung. Auf die Frage nach dem subjektiven Unterschied von harter und weicher Prothesenbasis gab zunächst nur ein Patient an, daß ihm die normale, harte Unterkiefer-Prothese angenehmer gewesen sei, weil ihm die jetzige mit der weichen Basis ein größeres Fremdkörpergefühl verursache. Alle anderen Patienten erklärten zuerst die weichbleibende Unterfütterung als angenehmer. Gründe dafür waren: Schnellere Gewöhnung an die neue Prothese und viel weniger Druckstellen. Allerdings hörte man dann nach einem Jahr oft Klagen über die zunehmende Belagbildung und Verschmutzung der Prothese trotz peinlichster Pflege, die sie den Patienten unästhetisch erscheinen ließ. Auch Speisereste wären viel schwerer zu entfernen.

Klinisch wurden die weiter vorn schon erwähnten Punkte begutachtet.

Die Erfahrungen darüber werden nun kurz dargestellt:

1. Außer sehr wenigen Druckstellen die allerdings bei jedem der vier verwendeten weichbleibenden Materialien Molloplast-B, Neo-Plastupalat, Palasiv 62 und 390 Soft Liner auftraten, konnte keinerlei Befund über Schleimhautreizungen erhoben werden.
2. Geschmacksempfindungen traten allgemein nicht auf. Nur ein Patient mit einer Unterfütterung von Palasiv 62 gab an, für etwa zwei Tage einen eigenartigen Geschmack gehabt zu haben.

3. Grobe Farbveränderungen zeigten sich keine. Lediglich wurde die Intensität der Farbe von Palasiv 62 etwas blasser.
4. Es erschien uns, daß die Konsistenz von Palasiv 62 an Härte zugenommen hatte. Dies war weniger auffällig bei 390 Soft Liner und Neo-Plastupalat, praktisch überhaupt nicht bei Molloplast-B.
5. Die Patienten waren angehalten worden, auf peinliche Säuberung ihrer Prothesen zu achten. Belagbildungen fanden sich in jedem Falle. Sie waren weiß bis grünlich, teilweise schmierig, aber auch fast zahnsteinartig. Letztere betrafen vornehmlich das Palasiv 62. Allerdings waren sie auf mechanischem Wege wieder zu entfernen. Darunter zeigte sich dann der normale weichbleibende Kunststoff.
6. Bei fast allen Unterkiefer-Prothesen mit einer weichbleibenden Unterfütterung von Palasiv 62 zeigten sich bei der Nachuntersuchung nach einem Jahr Tragezeit entweder Risse im Material selbst oder auch Randablösungserscheinungen. Die Risse fanden sich vornehmlich im weichbleibenden Material der Gegend der rechten oder linken Prämolaren bis Molaren.

Die Abbildungen 1 und 2 zeigen einen solchen Fall mit einem Riß auf der Basissseite des Materials Palasiv 62 in der Gegend des rechten unteren Eckzahnes bis zum rechten unteren zweiten Molaren nach einer Tragezeit von 13 Monaten. Deutlich sind darauf außerdem die äußerst dicken und massiven zahnsteinartigen Beläge zu erkennen.

Randablösungserscheinungen zeigten sich in typischer Weise meist im Molarengebiet lingual und in der Frontzahnregion von Eckzahn

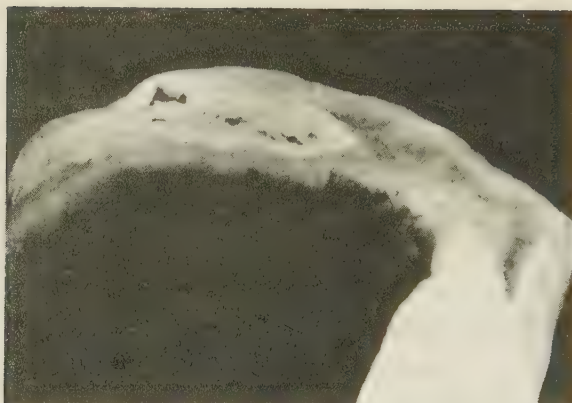


Abb. 1 : Riß im weichbleibenden Material Palasiv 62 in der Gegend von rechtem unteren Eckzahn bis 2. Molaren nach einer Tragezeit von 13 Monaten. Außerdem deutlicher zahnsteinartiger Belag.

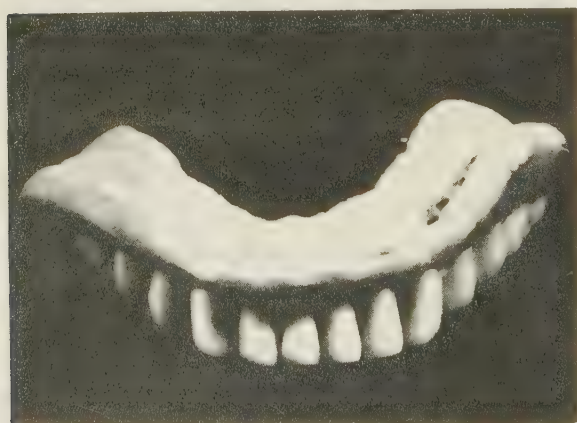


Abb. 2 : Gleicher Fall (Palasiv 62) wie in Abb. 1

zu Eckzahn lingual, buccal oder auf beiden Seiten. Die Abbildung 3 zeigte einen weiteren Fall, wo eine mit Palasiv 62 weichbleibend unterfütterte Unterkiefer-Prothese Randablösungen lingual im Prämolaren- bis Molarengebiet und etwas weniger deutlich buccal von Eckzahn zu Eckzahn aufweist.

Bei allen anderen drei weichbleibenden Kunststoffen konnten keinerlei Risse oder Randablösungserscheinungen festgestellt werden. Der Verbund war einwandfrei. Lediglich in einem Fall von 390 Soft Liner zeigten sich nach einem Jahr Tragezeit plötzlich in der weichbleibenden Unterfütterung zwei kleine Löcher, die bis auf die harte Acrylat-Basis durchgingen. Es ist anzunehmen, daß sich beim Preßvorgang (dabei soll das Material im Überschuß in die Küvette gegeben werden und keine Probepressung erfolgen) an diesen beiden Stellen Luftblasen gebildet hatten. Durch die dauernde Belastung des Materials im Sinne eines Walkvorganges ist dann die oberflächliche Schicht zerplatzt, und es zeigten sich somit die Luftblasen als kleine Löcher. In der Abbildung 4 ist dieser Fall zu sehen.

Auf Grund der heute noch unzureichenden Materialeigenschaften ist eine generelle Anwendung der weichbleibenden zahnärztlichen Kunststoffe nicht zu empfehlen. Ihre Verwendung sollte sich nur auf ganz bestimmte und genau indizierte Fälle erstrecken.

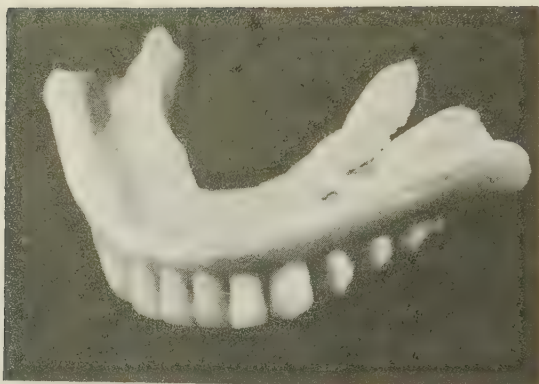


Abb. 3 : Randablösungen im rechten lingualen Prämolaren- bis Molarengebiet und buccal von Eckzahn zu Eckzahn bei dem Material Palasiv 62 nach einer Tragezeit von 11 Monaten.

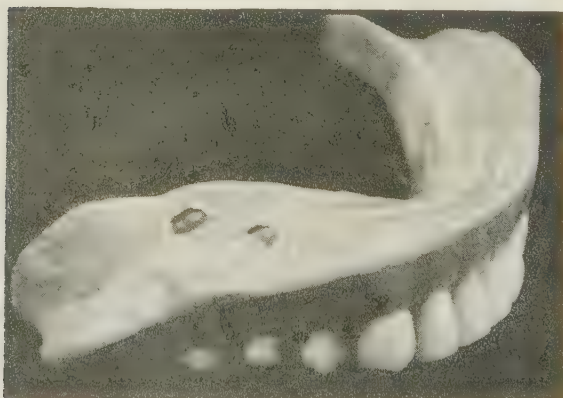


Abb. 4 : Zwei Löcher (Luftblasen?) in einer Unterfütterung mit 390 Soft Liner nach einer Tragezeit von 13 Monaten.

IX. ZUSAMMENFASSUNG

Aufgabe dieser Arbeit war es zu prüfen, ob die weichbleibenden zahnärztlichen Kunststoffe Molloplast-B, Neo-Plastupalat, Palasiv 62, Silacryl Universal und 390 Soft Liner im physikalischen Versuch über ein Jahr ihre Shore A- Härte und Stoßelastizität verändern. In den Erläuterungen zur klinischen Verwendung dieser Werkstoffe wurde besonders auf die prothetische Versorgung des zahnlosen Mundes eingegangen. Dabei stellten wir fest, daß in den Fällen mit geringer Bißhöhe eine weichbleibende Unterfütterung technisch oft nicht möglich war.

Die physikalischen Versuche wurden in direkter Anlehnung an DIN 53 505 (Härteprüfung nach Shore A) und DIN 53 512 (Bestimmung der Stoßelastizität) durchgeführt. Wir prüften die Werkstoffproben jeweils über ein Jahr nach Lagerung an der Luft bei Zimmertemperatur von 22°C und nach Lagerung im Wasserbad von 37°C .

Die statistische Auswertung der Ergebnisse geschah mittels des t-Test im paarweisen Vergleich, einfacher Varianzanalyse und der Berechnung und Auswertung der Konfidenzbereiche.

Es kann eine Härtezunahme nach Shore A für alle weichbleibenden Kunststoffe mit einer Irrtumswahrscheinlichkeit von $p \leq 0,01$ behauptet werden. Nach Luftlagerung zeigten Molloplast-B und 390 Soft Liner, nach Lagerung im Wasserbad Neo-Plastupalat und 390 Soft Liner die geringste Härtezunahme.

Bei der Prüfung der Stoßelastizität konnte ebenfalls eine deutliche Zunahme der Werte mit einer Irrtumswahrscheinlichkeit von $p \leq 0,01$ festgestellt werden. Hierbei wiesen nach Lagerung an der

Luft und im Wasserbad Molloplast-B und Neo-Plastupalat die deutlich geringere Elastizitätszunahme auf, während sich 390 Soft Liner nur wenig von ihnen unterscheidet.

An einigen klinischen Fällen achteten wir besonders auf die Punkte: Schleimhautreizungen, Geschmacksempfindungen, Farb- und Konsistenzveränderungen, Belagbildungen, Randablösungen und sonstige Minderungserscheinungen.

X. LITERATURVERZEICHNIS

1. FRÖHLICH, E.: Gewebsveränderungen als Folge schleimhautgetragener Prothesen.
Dtsch. zahnärztl. Z. 7, 107-118 (1952)
2. HEINTZ, U.: Fragen um die weichbleibende Unterfütterung von Prothesen.
Zahnärztl. Welt 2, 118-119 (1954)
3. HERRMANN, H.W.: Indikation und Nutzeffekt weichbleibender Kunststoffe in der Zahnheilkunde.
Zahnärztl. Rdsch. 68, 147-150 (1959)
4. HERRMANN, H.W.: Werkstoffkundliche Untersuchungen an weichbleibenden Kunststoffen.
Dtsch. Zahnärztebl. 13, 281-285 (1959)
5. JUNG, F.: Zur elastischen Lagerung der gingival getragenen Prothese mit weichbleibenden Werkstoffen.
Zahnärztl. Welt 2, 120-121 (1954)
6. KOLLER, S.: Statistische Auswertungsmethoden.
In: RAUEN Biochemisches Taschenbuch II. Teil, 2. Auflage, Springer-Verlag, Berlin-Göttingen-Heidelberg-New York 1964, S. 997
7. KUCK, M.: Die physiologische Prothese im zahnlosen Unterkiefer.
Dtsch. zahnärztl. Z. 2, 1352-1359 (1954)
8. KUCK, M.: Ein Beitrag zur Lösung physiologischer Fragestellungen in der Prothetik mittels weichbleibender Werkstoffe.
Zahnärztl. Welt 2, 122-125 (1954)
9. KUCK, M.: Die Verwendung elastischer Werkstoffe bei partiellen Unterkieferprothesen.
Dtsch. zahnärztl. Z. 11, 859-869 (1956)

10. WEIKART, P.: Weichbleibende Kunststoffe in der Zahnheilkunde.
In: Zahn-, Mund- und Kieferheilkunde in Vorträgen, Heft 10, Carl-Hanser-Verlag, München 1951, S. 86-91
11. WINDECKER, D.: Messung des durchschnittlichen Kaukraftaufnahmevermögens mittels einer eigenstabilen Kaukraftmeßdose.
Dtsch. zahnärztl. Z. 19, 808-819 (1964)
12. WINDECKER, D.: Klinisch-experimentelle Untersuchungen über das Kaukraftaufnahmevermögen weichbleibend unterfütterter Totalprothesen im Unterkiefer.
Zahnärztl. Welt 67, 147-150 (1966)

Herrn Privatdozenten Dr. H. Marx möchte ich an dieser Stelle meinen Dank für die Überlassung des Themas und für seinen wertvollen Rat aussprechen. Herrn Professor Dr. F. Jung danke ich ganz besonders für die Übernahme des Korreferates. Mein Dank gilt auch Herrn Dr. K. Überla vom Institut für Medizinische Statistik und Dokumentation für seine Hinweise und die fachliche Beratung der statistischen Auswertungen.

LEBENS LAUF

Am 20. November 1940 wurde ich, Ulf Utech, als Sohn des Diplom-Handelslehrers und Oberstudiendirektors Alfred Utech und seiner Ehefrau Hilda, geb. Voges, in Pirna/Sachsen geboren. Seit April 1945 ist mein Vater an der Ostfront vermißt. Ab Herbst 1947 besuchte ich die Grundschule in Pirna und ab Mai 1953 Internat und Schule (ab Herbst 1955 Oberschule) des Dresdner Kreuzchores in Dresden. Im Juni 1958 übersiedelte ich in die Bundesrepublik nach Bremen, wo ich im Frühjahr 1961 am Gymnasium an der Parsevalstraße die Reifeprüfung ablegte. Darauf begann ich das Studium der Zahnheilkunde an der Johannes Gutenberg-Universität in Mainz. Nach fünf vorklinischen Semestern bestand ich dort im Herbst 1963 die zahnärztliche Vorprüfung, und nach weiteren fünf klinischen Semestern legte ich im Sommer 1966 die zahnärztliche Prüfung ab. Seit August 1966 bin ich in der Chirurgischen Abteilung der Klinik und Poliklinik für Zahn-, Mund- und Kieferkrankheiten der Johannes Gutenberg-Universität Mainz tätig.

